

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ОКСИДОВ В ШЛАКЕ НА ЕГО РЕАКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА

Аннотация

В работе рассмотрено влияние поверхностно-активных компонентов сталеплавильных шлаков на их физические и химические свойства. CaO и SiO_2 в составе этих систем являются поверхностно-активными компонентами, оказывая заметное влияние на многие физико-химические свойства шлаков (серопоглощение, поверхностное натяжение, тепло- и температуропроводность, плотность, вязкость, температуру плавления, содержание кислорода в металле и др.).

Ключевые слова: шлак, компонент, свойства, поверхность, слой, объем, молярная доля, удаление серы, поверхностное натяжение, вязкость, тепло и температуропроводность, электропроводность.

Abstract

In article considered influence CaO and SiO_2 in slags steelmaking processes for physical and chemical characteristics.

Keywords: slag, desulfuration, viscosity, thermal-physical properties, optical properties, molar mass, molecular structure, density of slag, oxygen's content of the slag and metal.

Шлаки систем $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ и $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ широко используются в металлургии для создания печных шлаков и для внепечного рафинирования стали. CaO и SiO_2 в составе этих систем являются поверхностно-активными компонентами, которые оказывают – заметное влияние на многие физические и химические свойства шлаков этих систем (серопоглощение, поверхностное натяжение, тепло- и температуропроводность, плотность, вязкость, температуру плавления, содержание кислорода в металле и др.). В работе [1] установлено, что (SiO_2) в шлаках системы $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, являясь поверхностно-активным компонентом, оказывает влияние на σ шлаковых расплавов. С ростом содержания (SiO_2) в шлаке (в пределах от 10 до 30 вес. %) поверхностное натяжение σ шлаковых расплавов снижается, при этом концентрация SiO_2 в поверхностном слое шлака значительно отличается от объемной и достигает до 0,34 мол. %, тогда как его молярная доля в объеме этого расплава, в среднем, в два раза меньше (0,1728 %). В своих трудах С. И. Попель и др., изучая распределение (SiO_2) между поверхностью и объемом, установили, что в расплаве CaO-SiO_2 вблизи линии ликвидуса в глубине объема расплава $N_{\text{SiO}_2} = 0,38$ мол. %, а в поверхностном слое ~ в 2 раза больше – $N_{\text{SiO}_2} = 0,72$ мол. % [2]. В работе [3] установлено заметное отличие в содержании SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , в поверхностном слое шлаков, от их содержания в объеме. В изученных

шлаках доля SiO_2 в поверхностном слое (концентрация SiO_2) была в два раза выше, чем в объеме. Расчет поверхностных концентраций компонентов для различных шлаков выполнен нами по методике С. И. Попеля и др. [4] в рамках монослоя. Изучение влияния химического состава шлака на его радиационные характеристики [3] показало, что в шлаке увеличение мольной доли SiO_2 за счет замены мольной доли Al_2O_3 (при постоянной CaO) в пределах изменения SiO_2 в объеме от 0,06 до 0,22 мол. % приводит к росту SiO_2 в поверхностном слое от 0,12 до 0,40 мол. %. Изменение состава шлака в объеме, и, соответственно, в поверхностном слое, как показывают опытные данные, приводит к уменьшению интегральной степени черноты шлака. В работе [5] снижение (SiO_2) от 20 до 41,15 % также подтверждает влияние (SiO_2) на радиационные характеристики шлаков. В.Л. Найдек и др. в своей работе [6] указывают, что рост (SiO_2) с 10 до 15 % приводит к снижению величины сульфидной емкости C_s шлака в 3 раза. Б. Н. Тогобицкая и др. [7], классифицируя серопоглотительную способность металлургических шлаков C_s , через интегральные физико-химические критерии (Δe – химический эквивалент и ρ – показатель стехиометрии и среднестатистический заряд связи катион-аниона $Z_{(k-a)}$) установили, что в области (зоне, названной и выделенной авторами) шлаков, предназначенных для глубокой десульфурации металлов, нет составов содержащих (SiO_2). В других зонах составов шлаков – (SiO_2) присутствует. В. К. Комельков и др. установили [8] сложное влияние добавок (SiO_2) на вязкость известково-глиноземистых шлаков при температуре 1600 °С и выше. Г. П. Евсеев и др. установили [10], что возрастание SiO_2 в известково-глиноземистых шлаках (в пределах от 1 до 18 % при постоянной мольной доле CaO и при замене Al_2O_3 на SiO_2) приводит к росту температуры плавления шлака. А в работе [11] Г. П. Евсеев и др. установили влияние различных добавок (в том числе и CaO и SiO_2) на электропроводность известково-глиноземистых шлаков, при этом рост содержания SiO_2 приводит в большей степени к снижению удельной электропроводности, чем ZrO_2 . В работе [12] установлено влияние CaO и SiO_2 на тепло- и температуропроводность шлаков систем $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ и $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$. Увеличение SiO_2 в этих шлаках от 0 до 15 вес. % приводит к уменьшению величины тепло- и температуропроводности, а увеличение CaO – к росту. Все это говорит о существенном влиянии CaO и SiO_2 в разных шлаках на физические и химические свойства шлака.

Список использованных источников

1. Магидсон И. А., Басов А. В., Смирнов Н. А. Поверхностное натяжение и адсорбция высокоизвестковых расплавов $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$: труды XIII Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов». Екатеринбург, 2011. Т. 3. С. 95–98.
2. Попель С. И., Сотников А. И., Бороненков В. Н. Теория металлургических процессов. М.: Металлургия, 1986. 463 с.
3. Журавлев А. А. Количественная оценка влияния химического состава объема и поверхностного слоя шлаков системы $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ на радиационные характеристики: труды XIII Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов». Екатеринбург, 2011. Т. 3. С. 92–93.
4. Попель С. И., Павлов В. В., Залазинский А. Г. Номограммы для расчета поверхностного натяжения растворов. Свердловск: УПИ, 1974. 7 с.

5. Каиров Э. А., Мاستрюков Б. С., Кривандин В. А. Влияние химического состава расплавленного мартеновского шлака на его радиационные характеристики // Известия вузов. ЧМ. 1970. № 7. С. 155–158.
6. Найдек В. Л., Мельник С. Г., Курпас В. И. Десульфуризирующие свойства активных шлаковых расплавов при полиреагентном ковшевом рафинировании конверторной стали: труды XIII Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов». Екатеринбург, 2011. Т. 3. С. 65–66.
7. Оценка серопоглощительной способности металлургических шлаков: труды XIII Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов» / Д. Н. Тогобицкая, В. П. Пиптюк, Н. Е. Ходотова и др. Екатеринбург, 2011. Т. 4. С. 106–109.
8. Комельков В. К., Ширер Г. В., Воинов С. Г. и др. Вязкость известково-глиноземистых шлаков содержащих окислы Si, Mg фтористый кальций: сборник «Теория металлургических процессов» (ЦНИИМ) / Металлургия: 1968. Вып. 61. С. 16–19.
9. Волосников М. И., Арзамасцев Е. И., Умрихин П. В. Исследование взаимодействия металла с синтетическими шлаками с повышенным содержанием двуоксида кремния. Диссертация на соискание уч. степ. канд. техн. наук. Свердловск, 1974. 179 с.
10. Евсеев Г. П., Синюкова Л. И., Филиппов А. Ф. Влияние добавок на температуру плавления шлаков системы $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-MnO}$ // Известия вузов. ЧМ. 1966. № 1. С. 74–78.
11. Евсеев Г. П., Филиппов А. Ф. Влияние добавок на электропроводность фтористых и известково-глиноземистых шлаков: сборник «Физико-химические основы производства стали». М., 1968. С. 76–82.
12. Журавлев А. А. Измерение теплофизических свойств шлаковых расплавов при высоких температурах: труды XIII Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов». Екатеринбург, 2011. Т. 3. С. 85–87.

УДК 669.051

Л. А. Зайнуллин, Г. М. Дружинин, А. А. Буткарев

ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники» (ВНИИМТ), г. Екатеринбург, Россия

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ОАО «ВНИИМТ» ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ

Ключевые слова: горн, агломерационная машина, обжиговая конвейерная машина, оптимизация, доменные воздухонагреватели, сушка чугуновозных и сталеразливочных ковшей, доменная печь, припечная грануляция доменного шлака, окалина, контролируемое охлаждение проката.

ОАО «ВНИИМТ», образованный в 1930 году, более чем за 80-летнюю историю превратился в известную научную организацию, ориентированную на разработку высокоэффективных теплотехнических агрегатов, экономичных и экологически чистых технологий в металлургии, машиностроении и других топливopotребляющих отраслях промышленности.